

Relatório Técnico

**Núcleo de
Computação Eletrônica**

Uma Arquitetura para Tráfegos "Multicast" no Modelo de Serviços Diferenciados

**Jefferson Manhães de Azevedo
Luiz Fernando Rust da Costa Carmo
Luci Pirmez**

NCE - 04/99

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Título do Artigo:

Uma Arquitetura para Tráfegos "Multicast" no Modelo de Serviços Diferenciados

Autores:

Jefferson Manhães de Azevedo*, Luci Pirmez** e
Luiz Fernando Rust da Costa Carmo**.

* CEFET/Campos - Centro Federal de Ensino Tecnológico de Campos
Tel.: (024) 733-3255 r. 4261 - Campos dos Goytacazes - RJ Brasil

Aluno do curso de Mestrado em Informática do Instituto de Matemática
da Universidade Federal do Rio de Janeiro

jazevedo@censa.com.br

** NCE/UFRJ - Núcleo de Computação Eletrônica
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Tel.: (021) 598-3159 - Caixa Postal: 2324 - Rio de Janeiro - RJ Brasil

{luci,rust}@nce.ufrj.br

Responsável pela correspondência:

Jefferson Manhães de Azevedo
jazevedo@censa.com.br

RESUMO: Este artigo descreve uma arquitetura para a implementação do tráfego "multicast" com qualidade de serviço na Internet. Esta arquitetura baseia-se na reserva de recursos de rede através de servidores e agentes alocadores de largura de banda no Modelo de Serviços Diferenciados. O ambiente proposto é útil em projetos onde há o uso intensivo de aplicações multimídia interativas, como teleconferência de vídeo/áudio, e a recuperação de documentos multimídia. Este trabalho baseia-se em propostas encontradas em diversos "Internet-drafts" referentes aos Modelos de Serviços Integrados e Diferenciados. Naturalmente, este não é um trabalho finalizado, visto que alguns aspectos de sua implementação requerem estudos adicionais.

Palavras-chave: Serviços Diferenciados, "Multicast", Qualidade de Serviço, Servidores/Agentes Alocadores de Largura de Banda.

ABSTRACT: This paper describes a new kind of architecture to use multicast with a high quality of services through the Internet. This architecture can be useful in projects where multimedia interactive applications, like video/audio teleconferences, and retrieving multimedia documents, are used. Resources reservations will be allocated by a bandwidth allocator server/agent to perform the proposed multicast traffic. This work is based on ideas adapted from many Internet-drafts. Of course, this is not a concluded work, since some implementing details require further studies.

Keywords: Differentiated Services, Multicast, Quality of Service, Bandwidth Allocator Server/Agent.

Uma Arquitetura para Tráfegos "Multicast" no Modelo de Serviços Diferenciados

Jefferson Manhães de Azevedo¹, Luiz Fernando Rust da Costa Carmo, Luci Pirmez.

Núcleo de Computação Eletrônica – UFRJ Caixa Postal 2324, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: jazevedo@censa.com.br

{rust, luci}@nce.ufrj.br

RESUMO

Este artigo descreve uma arquitetura para a implementação do tráfego "multicast" com qualidade de serviço na Internet. Esta arquitetura baseia-se na reserva de recursos de rede através de servidores e agentes alocadores de largura de banda no Modelo de Serviços Diferenciados. O ambiente proposto é útil em projetos onde há o uso intensivo de aplicações multimídia interativas, como teleconferência de vídeo/áudio, e a recuperação de documentos multimídia. Este trabalho baseia-se em propostas encontradas em diversos "Internet-drafts" referentes aos Modelos de Serviços Integrados e Diferenciados. Naturalmente, este não é um trabalho finalizado, visto que alguns aspectos de sua implementação requerem estudos adicionais.

ABSTRACT

This paper describes a new kind of architecture to use multicast with a high quality of services through the Internet. This architecture can be useful in projects where multimedia interactive applications, like video/audio teleconferences, and retrieving multimedia documents, are used. Resources reservations will be allocated by a bandwidth allocator server/agent to perform the proposed multicast traffic. This work is based on ideas adapted from many Internet-drafts. Of course, this is not a concluded work, since some implementing details require further studies.

Keywords: Differentiated Services, Multicast, Quality of Service, Bandwidth Allocator Server/Agent.

¹ Aluno do curso de Mestrado em Informática do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro e professor do Centro Federal de Ensino Tecnológico de Campos

1- INTRODUÇÃO

A arquitetura apresentada neste artigo faz parte de um projeto de pesquisa que vêm se realizando no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ). Este projeto tem por objetivo criar uma infra-estrutura na Internet para o projeto de educação à distância do Centro Federal de Ensino Tecnológico de Campos (CEFET-Campos). Este projeto de educação à distância é baseado no uso intensivo da Internet através de aplicações multimídia que estimulam a interatividade, como a teleconferência de vídeo/áudio, e da recuperação de documentos multimídia. Tais aplicações necessitam de níveis de QoS ("Quality of Service" - qualidade de serviço) diferentes do modelo de serviço de entrega de pacotes pelo melhor-esforço ("best-effort") oferecido pelo protocolo IP. A fim de propiciar diferentes níveis de QoS no protocolo IP, que é a base de toda a infra-estrutura da Internet, o IETF propõe o modelo de Serviços Integrados (Intserv) [RFC 1633, RFC 2210] e o modelo de Serviços Diferenciados (Diffserv) [ARCH].

O modelo de serviços "best-effort" do protocolo IP não oferece nenhum tipo de garantia quanto à entrega dos pacotes de dados ao seu destino. Também não oferece garantias quanto ao atraso ou a variação do atraso ("Jitter") nesta entrega. Além disso, no modelo "best-effort", todos os fluxos de dados são tratados de uma mesma forma e, portanto, com uma mesma prioridade. Estas características do bem sucedido protocolo IP simplificam os aspectos referentes à infra-estrutura de funcionamento da Internet, mas são extremamente prejudiciais para os tráfegos dos aplicativos multimídia. Estes aplicativos são muito sensíveis ao atraso e ao "Jitter" sofrido por seus pacotes de dados quando transportados em uma rede.

Os modelos Intserv e Diffserv não visam substituir o modelo de serviços da Internet, mas acrescentar novos serviços e, conseqüentemente, diferentes níveis de QoS ao protocolo IP. No modelo Intserv a garantia de QoS é dada a cada fluxo individualmente. Já no modelo Diffserv a atribuição de QoS é feita para os agregados de fluxos, que são fluxos de dados que devem receber um mesmo tratamento em seu percurso através de uma rede.

O tráfego "unicast", no modelo Diffserv, vem sendo bastante discutido e tem recebido diversas propostas de implementação, com alguns experimentos e testes já em andamento. Por outro lado, não há nenhuma proposta para o tráfego "multicast". Apenas algumas considerações em [ARCH], como será visto mais a diante. O intuito deste artigo é de contribuir para as discussões e busca de soluções para este tipo de tráfego, apresentando uma arquitetura para o tráfego "multicast" em redes que oferecem Serviços Diferenciados.

Esta arquitetura baseia-se em propostas encontradas em diversos "Internet-drafts" referentes aos modelos Diffserv e Intserv. Dois deles merecem destaque. O primeiro está relacionado aos "Bandwidth Brokers" (corretores de bandas) [TWO-BIT]. O segundo descreve a arquitetura e o funcionamento de um Servidor de Reserva Antecipada de recursos para o modelo Intserv [AAR].

O artigo está organizado em mais três seções. A primeira apresenta um breve resumo do modelo Diffserv, que servirá como introdução à seção seguinte, onde é mostrada em detalhes a arquitetura proposta. Nesta seção são descritos os elementos que constituem a arquitetura, bem como a forma que eles interagem para propiciar o tráfego "multicast". A última seção apresenta algumas considerações finais.

2- MODELO DE SERVIÇOS DIFERENCIADOS (Diffserv)

O modelo Diffserv possibilita diferentes níveis de QoS na Internet, sem a necessidade de dar um tratamento específico a cada fluxo de dados, como no modelo Intserv. No modelo Intserv, o protocolo de reserva (RSVP - "Resource ReSerVation Protocol") torna as aplicações capazes de fazerem uma sinalização (troca de informações de controle) para cada um de seus fluxos. Esta sinalização armazena informações de estado para cada fluxo em todos os roteadores por onde estes fluxos trafegarão. Por outro lado, no modelo Diffserv há uma agregação dos fluxos de dados em algumas categorias de serviços pré-estabelecidas. Somente as informações de estado destas categorias de serviço é que são armazenadas nos roteadores, permitindo que cada agregado de fluxos receba um tratamento diferenciado. Por isso, o modelo Diffserv é mais adequado para redes de longo alcance (WAN), como a Internet.

A seguir serão apresentados alguns conceitos que facilitarão a compreensão do modelo Diffserv.

2.1- Conceitos

O primeiro conceito apresentado será o de domínio. Um domínio é formado por um conjunto de nós (roteadores e hosts) implementando uma mesma política de fornecimento de serviços e de tratamento dos agregados de fluxos. O domínio possui limites bem definidos que são compostos pelos nós de extremidades. Estes nós são os responsáveis pela política de classificação e de condicionamento dos tráfegos que entram e saem de um domínio. Neles, os

fluxos receberão um policiamento e uma modelagem, caso estejam fora do perfil pré-estabelecido por meio de um contrato de fornecimento de serviços (SLA - "Service Level Agreement"). Um domínio pode ser composto por uma ou mais redes. Geralmente, um domínio possui uma rede provedora de serviços diferenciados e várias redes clientes. A Figura 1 mostra domínios no modelo Diffserv.

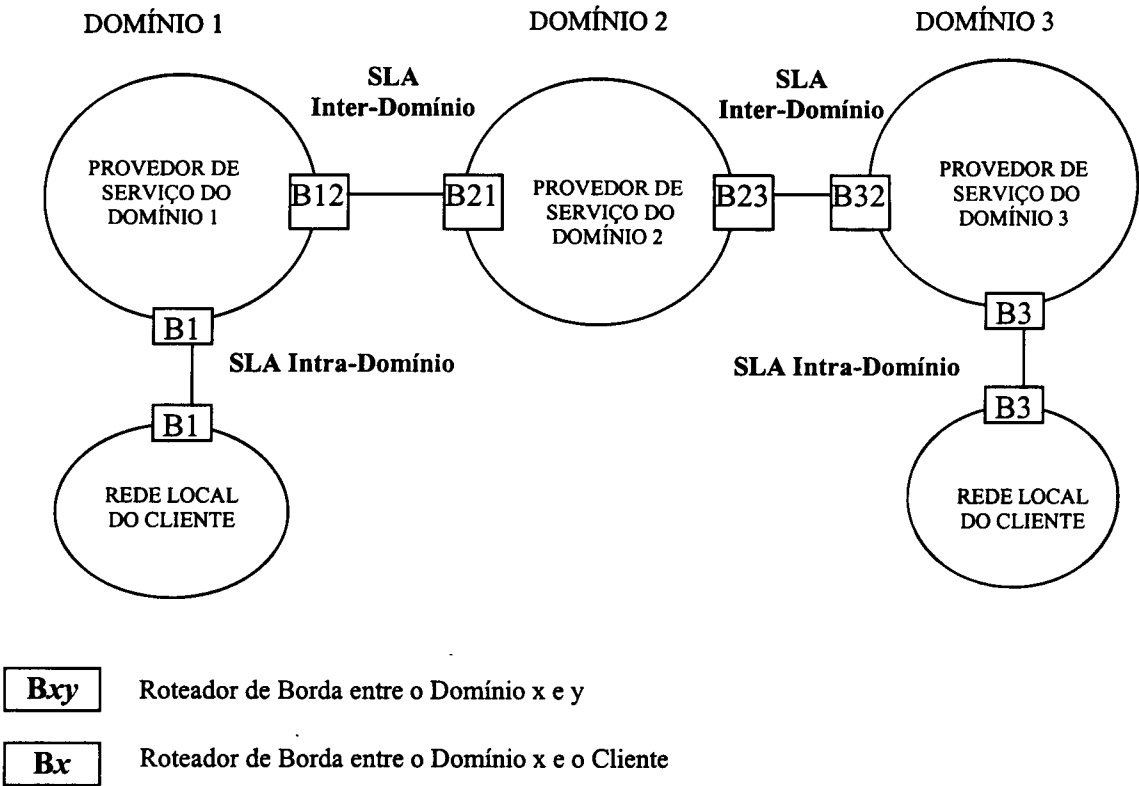


Figura 1 - Domínios em um Modelo Diffserv

Um outro importante conceito é o de "codepoint" - código que identifica o tratamento que os pacotes de dados devem receber no interior dos domínios. Todo fluxo que entra em um domínio deve ter seus pacotes identificados por um "codepoint". Os diferentes níveis de serviços oferecidos por um domínio associa um "codepoint" a um determinado tipo de tratamento. Este "codepoint" é definido em um campo do cabeçalho IP, denominado "DS Field", que substitui as definições existentes do octeto TOS ("Type of Service") do IPv4 [RFC 791] e o Traffic Class Octet do IPv6 [IPV6].

O conceito de comportamento em cada nó, chamado de PHB ("Per-Hop-Behavior"), está relacionado ao tratamento que cada nó deve dar aos pacotes de acordo com o seu "codepoint". Isto assegura que pacotes com um mesmo "codepoint" recebe um tratamento semelhante em todos os nós no domínio. A capacidade em oferecer PHBs diferenciados está

relacionada com a quantidade de recursos que os nós disponibilizam para cada classe de serviço e dos mecanismos de escalonamento oferecidos a eles.

Os nós das extremidades do domínio podem agir tanto como nós de entrada de fluxos de dados quanto de saída. A política de condicionamento de tráfego nos nós de entrada deve assegurar que os fluxos entrando no Domínio estejam conforme as características do Acordo de Condicionamento de Tráfego (TCA - "Traffic Conditioning Agreement"). Os nós de saída, de forma análoga, podem também aplicar um condicionamento ao tráfego que através deles deixa o domínio em direção a um domínio adjacente. Este condicionamento deve ser feito através do TCA entre domínios. A idéia por trás da arquitetura Diffserv é a de tornar o interior da rede o mais simples possível, passando toda a sua complexidade para os nós das extremidades.

Os serviços diferenciados podem se estender através de um conjunto de Domínios formando uma Região de Serviços Diferenciados. Para isso, os domínios devem estabelecer um SLA entre eles. Estes SLAs incluem os TCAs, que especificam: a classificação dos pacotes de dados, a política de remarcação dos "codepoints" e os perfis (características) de tráfego permitidos, bem como as ações que são necessárias aplicar aos fluxos que estão dentro ou fora destes perfis.

2.2- Tráfego "Multicast" no Modelo de Serviços Diferenciados

O tráfego "multicast" no modelo Diffserv ainda é tema de estudos no "Diffserv Work Group" do IETF. Este tipo de tráfego possui duas características que dificultam a sua implementação no Diffserv: a replicação de pacotes e o dinamismo dos grupos "multicast". Estas duas características podem comprometer os recursos reservados para o tráfego "unicast", pois quando um pacote "multicast" chega a um nó de ingresso de um domínio ele poderá se replicar e sair por vários nós. Este comportamento do tráfego "multicast" poderá ocasionar violações de alguns SLAs de parceria. Estas violações ocorrem, por exemplo, quando um determinado SLA não prevê o tráfego "multicast" ou quando o tráfego "multicast" entre dois domínios adjacentes atinge o limiar acordado.

Na definição do modelo Diffserv [ARCH] são apresentadas duas considerações para a implementação do tráfego "multicast", de modo a evitar que os recursos reservados para o tráfego "unicast" sejam comprometidos pelo tráfego "multicast". São elas:

- o tráfego “multicast” deve ter um conjunto de “codepoints” diferenciado do conjunto de “codepoints” destinado ao tráfego “unicast”;
- o tráfego “multicast” deve ter um SLA diferenciado do SLA do tráfego “unicast”.

A seguir será apresentada a nossa proposta para uma arquitetura que implementa o tráfego “multicast” no modelo Diffserv através da previsão antecipada dos recursos necessários a uma sessão “multicast”.

3- ARQUITETURA PARA TRÁFEGOS "MULTICAST" NO DIFFSERV

Esta arquitetura é implementada em uma Região de serviços diferenciados. Ela adota as considerações para a implementação do tráfego “multicast” no modelo Diffserv proposta em [ARCH]. As seções seguintes descrevem tal arquitetura.

3.1- Participação em uma Sessão "Multicast"

Uma sessão “multicast” pode ser composta por diversos receptores e transmissores no modelo “best-effort” do protocolo IP. Entretanto, a arquitetura proposta neste artigo permite apenas um transmissor de tráfego “multicast” com QoS por sessão e esse tráfego é marcado com o “codepoint” de tráfego “multicast”. Os outros transmissores não têm seus fluxos marcados, recebendo, portanto, um tratamento “best-effort”. Esta abordagem, apesar de parecer inicialmente ser uma grande limitação, torna-se bastante adequada a muitos aplicativos como os de vídeo-conferência que utilizam um elemento refletor de dados ou mesmo naquelas aplicações ponto-multiponto, como aulas e treinamento à distância. Geralmente, em ensino à distância, a necessidade de qualidade de transmissão é maior na direção do instrutor para os alunos do que no sentido inverso.

Os receptores devem fazer uma solicitação de reserva dos recursos da rede para cada sessão “multicast” de que farão parte. A solicitação de reserva é feita ao Agente Alocador de Banda (AAB) pertencente a rede local do receptor. Este procedimento desencadeia um processo de verificação de todos os SLAs nos caminhos por onde os fluxos “multicast” vão passar, assegurando assim que nenhum SLA de parceria seja violado. Os receptores só podem fazer parte de uma sessão a partir da confirmação da disponibilidade dos recursos da rede. Isto é válido também para o transmissor da sessão “multicast”.

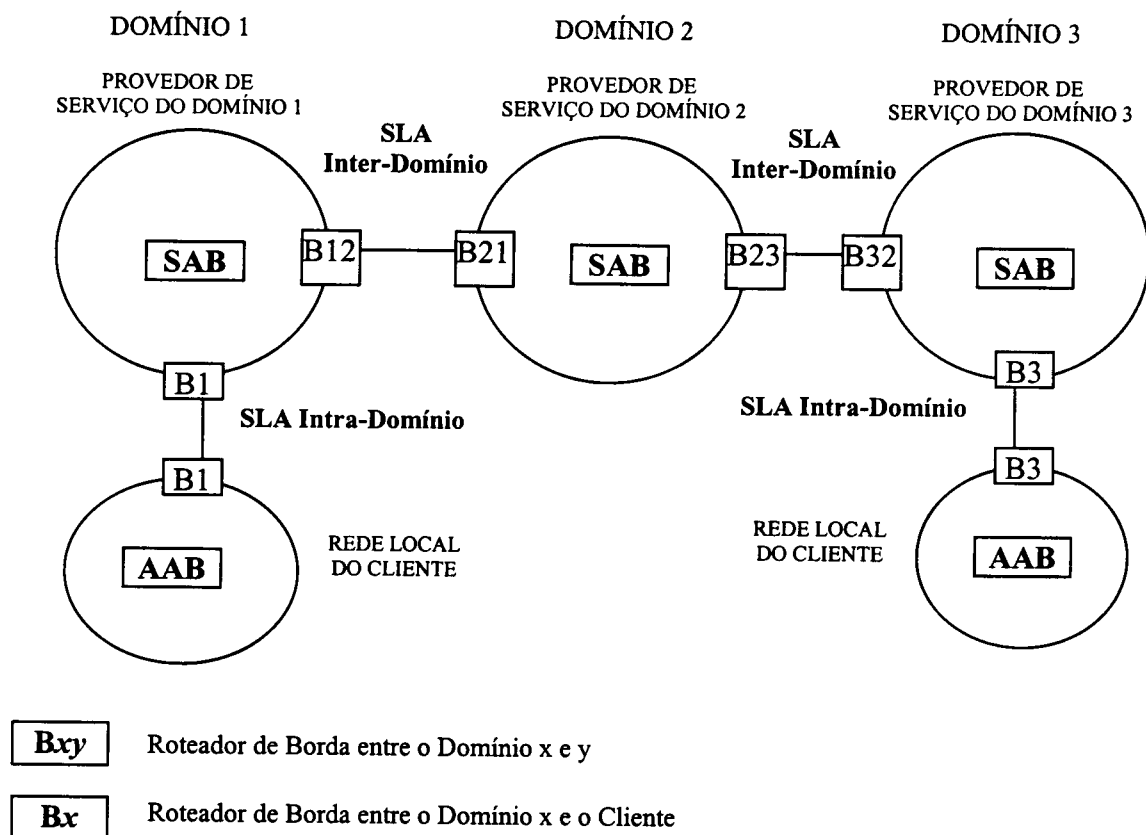


Figura 2 - AABs e SABs pertencentes a diversos Domínios

Cada provedor de serviços diferenciados do Domínio tem um Servidor de Alocação de Banda (SAB). A reserva de recursos de rede para o tráfego de cada sessão "multicast" é uma tarefa conjunta do SAB e do AAB pertencente a rede do cliente. Eles possuem a incumbência da verificação da disponibilidade dos recursos da rede através dos SLAs inter-domínio e intra-domínio ao longo de todo o percurso por onde o tráfego "multicast" irá passar. Os SABs gerenciam a disponibilidade de recursos nas redes provedoras de serviços e os AABs fazem esta gerência nas redes clientes. Para isso, cada AAB possui o endereço IP "unicast" do SAB de seu domínio. Já o SAB possui tanto os endereços IP "unicast" dos AABs dos clientes de seu Domínio quanto o endereço IP "unicast" do SAB de cada domínio adjacente. A Figura 2 mostra os AABs e os SABs pertencentes a diversos domínios.

A comunicação inter-domínio e intra-domínio entre os participantes de um sessão "multicast" é realizada através de protocolos "multicast" que são apresentados a seguir.

3.2- Protocolos "Multicast"

Esta arquitetura adota dois tipos de protocolos "multicast": um intra-domínio e outro inter-domínio. Somente os roteadores de borda possuem a capacidade de trabalhar com os dois protocolos. Nesse ambiente, o protocolo inter-domínio usado é o MASC/BGMP ("Multicast Address-Set Claim/ Border Gateway Multicast Protocol") [KUMAR] e o protocolo intra-domínio pode ser tanto o PIM-DM [PIM-DM] quanto o DVMRP [DVMRP], visto que o MASC/BGMP possui uma boa convivência com vários tipos de protocolos "multicast" padrões da Internet.

O protocolo MASC aloca faixas de endereços "multicast" de forma hierárquica para os domínios de uma Região. Estas faixas de endereço são anunciadas pelo protocolo MBGP (Multicast BGP) como rotas de grupos de endereços "multicast". A partir destas rotas, o protocolo BGMP constrói uma árvore de dados "multicast" com todos os roteadores de borda dos domínios que possuem membros de uma mesma sessão "multicast". Esta árvore é bi-direcional e construída a partir de seus domínios folhas com relação a um Domínio Raiz. Cada sessão tem a sua própria árvore. O endereço raiz para cada uma destas árvores é um endereço "multicast" dentro da faixa de endereços disponíveis para um determinado domínio.

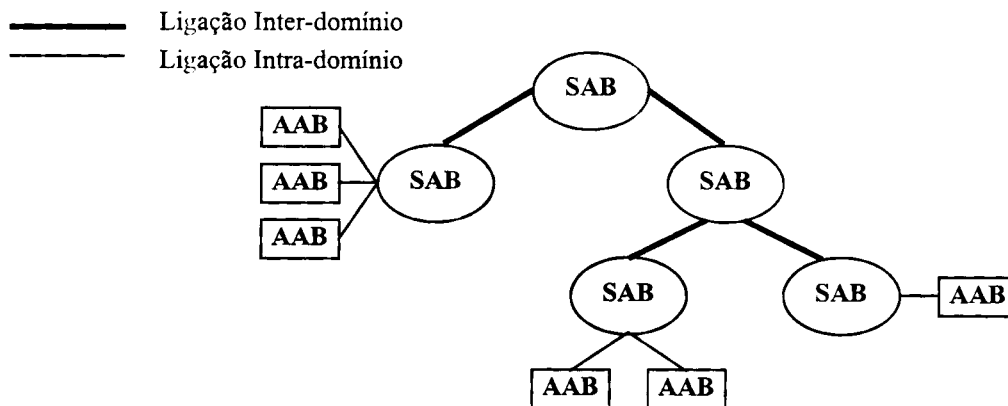


Figura 3 - Interligação dos AABs e SABs

Através do protocolo BGMP é possível criar uma árvore com todos os SABs dos diversos domínios onde há membros de uma determinada sessão "multicast", similar a árvore que será criada para o tráfego de dados. Desta forma torna-se possível conhecer antecipadamente os caminhos por onde os fluxos "multicast" vão trafegar. Os AABs dos clientes que possuem "hosts" participantes de uma sessão "multicast" são diretamente interligados aos SABs dos seus respectivos domínios. A Figura 3 mostra a ligação entre

AABs e SABs que permite verificar se os SLAs inter-domínios e intra-domínios, encontrados no caminho do tráfego "multicast", atendem as exigências requisitadas pelo tráfego de uma sessão.

3.3- Procedimentos de Reserva

O processo de reserva de recursos é inicializado através da criação de um perfil com as características de uma sessão "multicast": endereço "multicast" da sessão, "host" transmissor, taxa de transmissão (Kbps), horário inicial e horário final. Este perfil é armazenado no SAB do Domínio Raiz da árvore da sessão "multicast". A fim de otimizar o tráfego da rede, o endereço selecionado para a sessão "multicast" deve ser um dos endereços "multicast" da faixa de endereços atribuída ao domínio do transmissor da sessão.

Agente para Reserva

IP do AAB200.20.176.67IP da Sessao224.20.21.223

IP200.20.176.52Porta

Perfil da Sessão

Taxa (Kbps)45

Data Inicio03/02/99Hora Inicio16:00:00

Data Fim03/02/99Hora Fim18:30:00

Tabela de Reservas

IP_Sessao	IP	Porta	Taxa	Data_Inicio	Hora_Inicio
224.20.21.222	200.20.176.52		30	03/02/99	12:30:00
224.20.21.223	200.20.176.52		45	03/02/99	16:00:00
224.20.21.224	200.20.176.52		15	04/02/99	08:00:00

? Perfil

Reservar

Cancelar

Sair

Figura 4 - Tela do Agente para Requisição de Reservas

Para que os receptores possam fazer parte de uma sessão "multicast", eles devem solicitar o perfil daquela sessão através de um agente de reserva. A Figura 4 mostra a tela do agente para requisição de reservas. Em seguida, com base nas informações existentes neste perfil, a reserva é solicitada ao AAB de sua rede. O AAB em questão, verifica inicialmente se este receptor tem permissão para uma reserva. Em caso afirmativo, o AAB fará um controle de admissão a fim de verificar se este receptor tem disponível a quantidade de recursos

9

solicitada. Se houver recursos disponíveis, o AAB envia uma mensagem de requisição de reserva ao SAB do seu Domínio.

O SAB do domínio, ao receber a mensagem de solicitação de reserva, também fará o policiamento e o controle de admissão em nível de domínio. O controle de admissão é feito através da verificação do SLA intra-domínio (entre o provedor de serviço e o cliente solicitante) verificando se não há nenhuma violação do tráfego acordado. Se o policiamento e o controle de admissão forem confirmados, o SAB, através do protocolo BGMP, descobre o próximo domínio (domínio adjacente) em direção ao domínio raiz. A partir desta descoberta, o SAB consulta uma tabela que contém todos os endereços dos SABs adjacentes, descobrindo o endereço do próximo SAB para onde a solicitação de reserva deve ser passada.

O próximo SAB, ao receber a mensagem de requisição de reserva executa os mesmos procedimentos descritos anteriormente. O seu processo de controle de admissão fará a verificação do SLA inter-domínio (com relação ao domínio anterior), de forma que este não seja violado. Caso os dois procedimentos sejam positivos, o policiamento e o controle de admissão, a mensagem é repassada para todos os SABs que estão na direção do Domínio Raiz da árvore "multicast" inter-domínio. Isto ocorre até que a mensagem atinja o SAB do Domínio Raiz ou um que esteja em um dos braços da árvore "multicast". Finalmente, uma mensagem de confirmação retorna a todos os SABs que participaram da requisição da reserva até atingir o AAB e o receptor requisitante. Este mesmo procedimento ocorrerá caso seja negada a requisição de reserva. A mensagem de confirmação pode também ser enviada para todos os SABs pertencentes a árvore da sessão "multicast", possibilitando a todos eles conhecerem a lista dos participantes da sessão.

Domínio 2 e o Domínio 1. Como o Domínio 1 é o Domínio Raiz, uma mensagem de confirmação de reserva retorna ao SAB do Domínio 2. Este SAB repassa a confirmação para o AAB da rede cliente que repassa para o receptor que solicitou a reserva. Um processo similar deverá acontecer para cada um dos “hosts” receptores indicados na Figura 5.

3.4- Estrutura Funcional do SAB e do AAB

As estruturas funcionais do SAB e do AAB, ilustradas na Figura 6, são muito parecidas, contendo os seguintes módulos em comum: módulo de policiamento, módulo de controle de admissão, módulo de comunicação e módulo de configuração. Além destes, o SAB possui um módulo de descoberta do próximo domínio que inclui o algoritmo de roteamento BGMP.

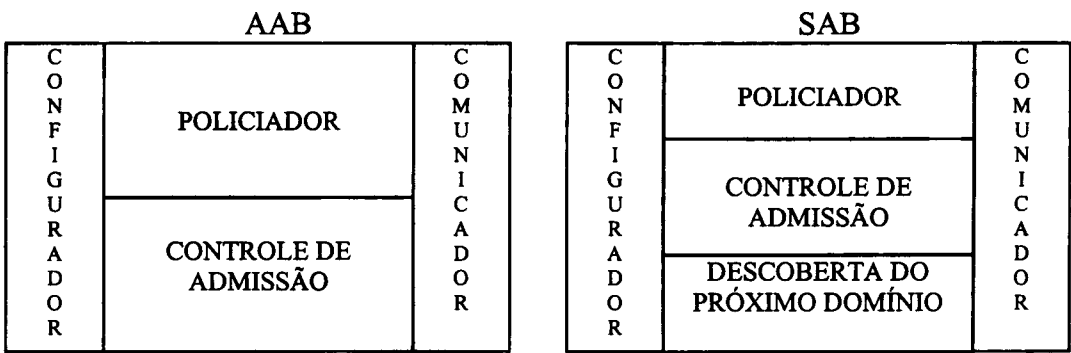


Figura 6 - Estrutura Modular de um AAB e de um SAB

O módulo de policiamento é responsável pela validação da requisição de uma reserva. No caso de um AAB, ele verifica se um "host" possui permissão para fazer uma reserva e, no caso de um SAB, a verificação é se um AAB ou um outro SAB possuem esta permissão.

O módulo de controle de admissão é responsável pela verificação da disponibilidade dos recursos da rede para a reserva requisitada. No caso do AAB, o requisitante é um "host". Já, para um SAB, o solicitador da reserva é um AAB ou um outro SAB. Uma pré-alocação dos recursos é mantida até o recebimento da mensagem de resposta. Quando esta mensagem chegar, o módulo confirma os recursos solicitados ou desaloca-os caso a reserva seja negada.

O módulo de descoberta do próximo domínio é responsável pela descoberta do SAB do próximo domínio em direção ao Domínio Raiz. O protocolo de roteamento BGMP descobre o endereço do próximo domínio através do IP "multicast" do Domínio Raiz da sessão. Com base neste endereço é feita uma consulta a tabela que contém os endereços dos SABs dos domínios adjacentes a fim de obter o endereço IP "unicast" do próximo SAB.

O módulo configurador é o responsável pela configuração dos roteadores folha e de borda. A configuração dos roteadores folha, onde os "hosts" estão conectados, é realizada por um AAB antes do horário inicial da sessão "multicast", que está registrado na tabela de reservas. A configuração dos roteadores de borda é feita pelo SAB. Esta configuração também deve habilitar ou inibir a participação deste roteador para uma dada sessão "multicast". Somente farão parte da árvore de dados de uma sessão "multicast" aqueles roteadores de borda que possuem receptores que tiveram as suas requisições de reserva de recursos atendida.

Por último, o módulo comunicador tem como responsabilidade a troca de informações de reservas entre os SABs e os AABs e destes com os "hosts" solicitadores de reservas. Este é o módulo que implementa os protocolos de comunicação.

3.5- Questões sobre a Implementação da Arquitetura

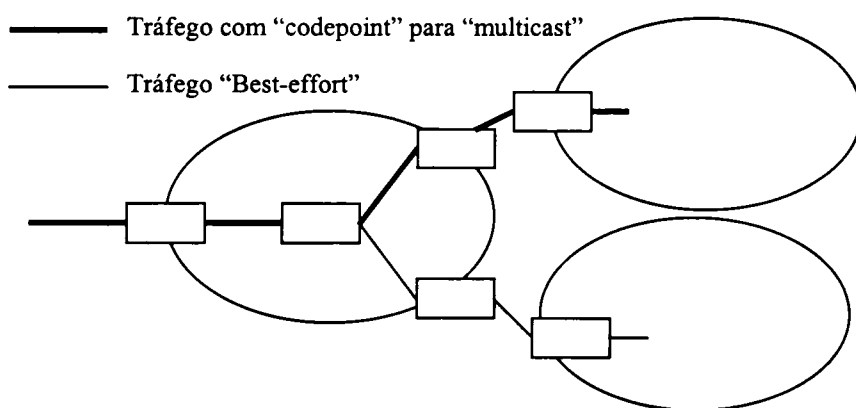


Figura 7 - Tráfego "multicast" se dividindo em um Domínio DS

Nesta arquitetura, os receptores cujas requisições de reserva não forem satisfeitas não podem participar da sessão "multicast". Consequentemente, eles não participam da árvore "multicast" de transmissão de dados. Por outro lado, em um ambiente Intserv/RSVP, os receptores cujas requisições de reserva não foram completamente atendidas, continuam capazes de receber fluxos de dados da sessão em um nível de qualidade inferior ou até mesmo em "best-effort". Se o mesmo procedimento realizado no Intserv/RSVP fosse usado na nossa proposta, os nós interiores aos domínios teriam uma maior complexidade, pois nos domínios onde o tráfego "multicast" se divide, há a necessidade de remarcação dos pacotes para uma classe de serviço mais adequada, como pode ser visto na Figura 7. Consequentemente, é

preciso um policiamento destes fluxos garantindo a sua adequação a nova classe de serviço e, para tal, torna-se necessário armazenar informações de estado para cada um deles nos nós interiores, como pode ser visto em [BERSON].

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura apresentada neste artigo **visa implementar** o tráfego "multicast" no modelo Diffserv, permitindo um bom desempenho **das** aplicações multimídias interativas, como as de tele-conferência de vídeo/áudio e as de **recuperação de documentos** multimídia através da Internet.

Tal arquitetura baseia-se na **reserva** de recursos de redes através de servidores e agentes alocadores **de** largura de banda. Para o tráfego de **dados** "multicast" são utilizados dois tipos de **protocolos** "multicast": um intra-domínio e outro inter-domínio. O protocolo inter-domínio usado é o MASC/BGMP e o protocolo intra-domínio pode ser tanto o protocolo PIM-DM quanto o DVMRP.

Na etapa atual de desenvolvimento deste ambiente, a comunicação entre os SABs, os AABs e os roteadores é realizada por intermédio de um protocolo proprietário. A próxima etapa será a implementação de um protocolo de comunicação padronizado entre os SABs e os AABs e o uso de um **protocolo** de reserva **de** recursos para a configuração **dos** roteadores folhas e de borda, como o RSVP. O resultado de testes com relação ao desempenho desta arquitetura será tratado em um futuro artigo.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [AAR] S. Berson, R. Lindell, R. Braden, "An Architecture for Advance Reservations in the Internet", Julho, 1998.
- [ARCH] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", Internet Draft <draft-ietf-diffserv-arch-02.txt>, Outubro 1998.
- [BERSON] S. Berson, S. Vicent, "Aggregation of Internet Integrated Services State", Internet Draft, Agosto 1998.

- [DS FIELD]** K. Nichols, S. Blake, F. Baker and D. Black, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", Internet Draft <draft-ietf-diffserv-header-04.txt>, Outubro, 1998.
- [DVMRP]** D. Waitzman, S. Deering, C. Partridge, "Distance Vector Multicast Routing Protocol", RFC 1075, Novembro 1988.
- [IPV6]** S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", Internet Draft <draft-ietf-ipngwg-ipv6-spec-v2-01.txt>, Novembro 1997.
- [KUMAR]** S. Kumar, P. Radoslavov, D. Thaler, C. Alaettinoglu, "The MASC/BGMP Architecture for Inter-domain Multicast Routing", SIGCOMM'98.
- [PIM-DM]** S. Deering, D. Estrin, D. Farinacci, Van Jacobson, A. Helmy, D. Meyer, L. Wei, "Protocol Independent Multicast Version 2 Dense Mode Specification", Internet Draft <draft-ietf-pim-v2-dm-01.txt>, Novembro 1998.
- [RFC 791]** Information Sciences Institute, "Internet Protocol", RFC 791, Setembro 1981.
- [RFC 1633]** R. Braden, D. Clark, S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC 1633, Junho, 1994
- [RFC 2205]** R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Setembro, 1997
- [RFC 2210]** J. Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services", RFC 2210, Setembro, 1997.
- [TWO-BIT]** K. Nichols, V. Jacobson, and L. Zhang, "A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet", Internet Draft <draft-nichols-diff-svc-arch-00.txt>, November 1997.